

**LAMPIRAN I**

**DATA HASIL PENGAMATAN**



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI  
POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA  
JURUSAN TEKNIK KIMIA

Jl. Srijaya Negara Bukit Besar Palembang 30139  
Telp. (0711) 353414, 116 Fax (0711) 355918. Email: [kimia@polisriwijaya.ac.id](mailto:kimia@polisriwijaya.ac.id)

**SURAT VALIDASI DATA**

**1. Data preparasi sampel penentuan kadar air awal *chip* ubi jalar kuning (Praktikum 8 April 2016)**

Tabel 7 Data pengamatan praktikum preparasi sampel tanggal 8 April 2016

Ulangan	Berat cawan kosong	Berat cawan + sampel sebelum dikeringkan	Berat cawan + sampel setelah dikeringkan
1	28,1344	33,1477	29,5311
2	29,6237	34,6277	30,8760
3	56,8505	61,8581	58,2010

**2. Data penelitian pemakaian bahan bakar LPG**

Tabel 8 Berat Pemakaian Bahan Bakar LPG


Temperatur Pengeringan (°C)	Waktu Pengeringan (Jam)	Massa awal Tabung LPG + Isi (Kg)	Massa akhir Tabung LPG + Isi (Kg)
50	2	7,47	7,34
	2,5	7,34	7,20
	3	6,27	6,13
	3,5	6,13	5,98
	4	5,97	5,82
60	2	6,68	6,63
	2,5	6,63	6,36
	3	6,36	6,06
	3,5	6,06	5,74
	4	5,74	5,37

PLP Laboratorium Pilot Plant,

Ahmad Bustomi, S.T.  
NIP 196707041994031003

Palembang, Juli 2016  
Mahasiswa,

Kurnia Aini  
NPM 061330401059

Mengetahui,  
Kepala Laboratorium  
  
LAB KIMIA  
Ir. Erwana Dewi, M.Eng.  
NIP 196011141988112001





KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI  
POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA  
JURUSAN TEKNIK KIMIA

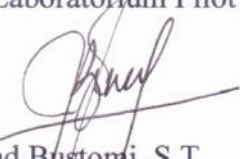
Jl. Srijaya Negara Bukit Besar Palembang 30139  
Telp. (0711) 353414, 116 Fax (0711) 355918. Email: [kimia@polisriwijaya.ac.id](mailto:kimia@polisriwijaya.ac.id)

3. Data penelitian penentuan kadar air yang terlepas pada *chip* ubi jalar kuning

Tabel 8 Data pengamatan berat *Chip* Ubi Jalar Kuning

Temperatur Pengeringan (°C)	Waktu Pengeringan (Jam)	Massa Tray + Sampel (gr)	Massa Tray Kosong (gr)	Massa Tray + sampel setelah dikeringkan (gr)	T awal (°C)	T akhir (°C)	Tw awal (°C)	Tw akhir (°C)
50	2	1297,44	547,44	919,44	32	42	30	32
	2,5	1297,44	547,44	843,16	32	40	32	29
	3	1297,44	547,44	833,04	33	42	30	29
	3,5	1297,44	547,44	802,44	30	42	28	31
	4	1297,44	547,44	767,64	32	42	28	31
60	2	1297,44	547,44	866,63	30	50	28	33
	2,5	1297,44	547,44	828,46	30	52	28	29
	3	1297,44	547,44	789,95	32	54	29	29
	3,5	1297,44	547,44	752,78	30	55	28	31
	4	1297,44	547,44	731,62	31	54	28	30


PLP Laboratorium Pilot Plant,

  
Ahmad Bustomi, S.T.  
NIP 196707041994031003

Palembang, Juli 2016  
Mahasiswa,

  
Kurnia Aini  
NPM 061330401059

Mengetahui,  
Kepala Laboratorium

  
Ir. Erwana Dewi, M.Eng.  
NIP 196011141988112001



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI  
POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA  
JURUSAN TEKNIK KIMIA

Jl. Sriwijaya Negara Bukit Besar Palembang 30139  
Telp. (0711) 353414, 116 Fax (0711) 355918. Email: [kimia@polisriwijaya.ac.id](mailto:kimia@polisriwijaya.ac.id)

3. Data penelitian penentuan kadar air yang terlepas pada *chip* ubi jalar kuning

Tabel 8 Data pengamatan berat *Chip* Ubi Jalar Kuning

Temperatur Pengeringan (°C)	Waktu Pengeringan (Jam)	Massa Tray + Sampel (gr)	Massa Tray Kosong (gr)	Massa Tray + sampel setelah dikeringkan (gr)	T awal (°C)	T akhir (°C)	Tw awal (°C)	Tw akhir (°C)
50	2	1297,44	547,44	919,44	32	42	30	32
	2,5	1297,44	547,44	843,16	32	40	32	29
	3	1297,44	547,44	833,04	33	42	30	29
	3,5	1297,44	547,44	802,44	30	42	28	31
	4	1297,44	547,44	767,64	32	42	28	31
60	2	1297,44	547,44	866,63	30	50	28	33
	2,5	1297,44	547,44	828,46	30	52	28	29
	3	1297,44	547,44	789,95	32	54	29	29
	3,5	1297,44	547,44	752,78	30	55	28	31
	4	1297,44	547,44	731,62	31	54	28	30

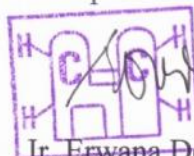
PLP Laboratorium Pilot Plant,

Ahmad Bustomi, S.T.  
NIP 196707041994031003

Palembang, Juli 2016  
Mahasiswa,

Kurnia Aini  
NPM 061330401059

Mengetahui,  
Kepala Laboratorium



Ir. Erwana Dewi, M.Eng.  
NIP 196011141988112001

## SPESIFIKASI ALAT PENGERING

1. Ruang Pengering
 

Material Bahan	: Aluminium
Jumlah Tray	: 3 Tray
Dimensi	: 42 x 42 cm
  
2. Kipas (Fan)
 

Nama Alat	: Fan
Merk	: Okay
Tegangan	: 12 Volt
Arus	: 0,15 A
Ukuran	: 12cm x 12cm
Rpm	: 2000 – 4000
  
3. Digital / Unit Kendali
 

Nama Peralatan	: Arduino Uno
Penampil Data	: LCD 16x2
  
4. Pengendali Kompor
 

Nama Peralatan	: Motor Listrik / Penggerak
Model	: Cervo
  
5. Kompor
 

Nama Peralatan	: Kompor Quantum
Tipe	: 101-RB White
Mata Api	: 1
  
6. Selang tabung
 

Nama Peralatan	: Tabung Quantum
Ukuran	: ½ inchi
  
7. Kran (Valve)

Nama Peralatan : Onda  
Diameter : ½ inchi

8. Sensor Temperatur

Nama Peralatan : Dallas Temperatur Sensor  
Tipe : 1820

9. Baterai

Nama Peralatan : Accu GS  
Tegangan : 12 Volt  
Arus : 10 A

10. Kolektor Panas

Material Bahan : Seng Talang  
Warna : Hitam Doff  
Dimensi : 45cm x 42cm

11. Tabung Gas

Nama Peralatan : Tabung Gas Elpiji 3 Kg  
Gas : Propana-Butana

# **LAMPIRAN II**

# **PERHITUNGAN**

## LAMPIRAN II PERHITUNGAN

### 1. Perhitungan Desain Alat

Perhitungan desain rancangan alat pengering tipe baki

Kapasitas = 750 gram chip ubi

Diameter chip ubi = 6 cm

Luas baki = 1764 cm<sup>2</sup>

Luas chip ubi =  $\frac{1}{2} \pi r^2$   
 $= \frac{1}{2} (3,14) 3^2$   
 $= 14,13 \text{ cm}^2$

Dari 750 gram chip ubi akan menghasilkan 360 slice (chip)

Maka jumlah baki yang dibutuhkan:

$360 \text{ chip} \times 14,13 \text{ cm}^2 = 5086,8 \text{ cm}^2$

$\text{Jumlah baki} = \frac{5086,8 \text{ cm}^2}{1764 \text{ cm}^2} = 2,9 \sim 3$

Perhitungan desain rancangan kolektor termal

panas yang dibutuhkan untuk menguapkan air yang terdapat didalam chip

Diketahui:

Massa chip = 750 gram = 0,75 kg

T<sub>awal chip</sub> = 30°C

T<sub>akhir chip</sub> = 50°C

$C_p = 1,59 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}}$

$\dot{m} = 2358,9 \frac{\text{kg}}{\text{kg}}$

Massa air = 68,5% x 0,75 kg = 0,51 kg

Panas Sensibel:

$Q = m C_p \Delta t$   
 $= 0,75 \text{ kg} \cdot 1,59 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot (50^\circ\text{C} - 30^\circ\text{C})$   
 $= 23,85 \text{ kJ}$   
 $= 23850 \text{ joule}$



Panas Laten:

$$\begin{aligned} Q &= m \lambda \\ &= 0,51 \text{ kg} \cdot 2358,9 \frac{\text{Kj}}{\text{kg}} \\ &= 1203,039 \text{ Kj} \\ &= 1203039 \text{ joule} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_{\text{Total}} &= Q_{\text{Sensibel}} + Q_{\text{Laten}} \\ &= 23850 \text{ joule} + 1203039 \text{ joule} \\ &= 1226889 \text{ joule} \end{aligned}$$

$$\text{Intensitas Matahari} = 244,5 \frac{\text{W}}{\text{m}^2} \quad (\text{Sumber: BMKG, 2016})$$

$$\text{Waktu penyinaran} = 6 \text{ jam} \times 3600 \frac{\text{s}}{\text{jam}} = 21600 \text{ s}$$

$$\begin{aligned} Q &= 244,5 \frac{\text{W}}{\text{m}^2} 21600 \text{ s} \\ &= 5281200 \frac{\text{J}}{\text{m}^2} \end{aligned}$$

Lebar dryer = 0,46 m

$$\begin{aligned} \text{Luas kolektor termal dryer yang dibutuhkan} &= \frac{Q_{\text{Total}}}{Q} \\ &= \frac{1226889 \text{ joule}}{5281200 \frac{\text{J}}{\text{m}^2}} = 0,2323 \text{ m}^2 \\ &= \frac{0,2323 \text{ m}^2}{0,46 \text{ m}} = 0,505 \text{ m} \end{aligned}$$

Maka panjang yang dibutuhkan

## 2. Perhitungan %Kadar Air

Kadar Air Awal (SNI 01-4493-1998)

$$\% \text{Kadar Air} = \frac{W_1 - W_2}{W_1 - W_0} \times 100\%$$

Keterangan:

$W_1$  = Bobot cawan dan contoh sebelum dikeringkan (gram)

$W_0$  = Bobot cawan kosong (gram)

$W_2$  = Bobot cawan dan contoh setelah dikeringkan (gram)

Tabel 7 Kadar Air Awal Bahan Chip Ubi Jalar Kuning

No	$W_0$	$W_1$	$W_2$	%Kadar Air
1	28,1344	33,1477	29,5311	72,14
2	29,6237	34,6277	30,8760	74,97
3	56,8505	61,8581	58,2010	73,03
Rata-rata				73,38

$$1. \% \text{Kadar Air} = \frac{33,1477-29,5311}{33,1477-28,1344} \times 100\%$$

$$= 72,14\%$$

$$2. \% \text{Kadar Air} = \frac{34,6277-30,8760}{34,6277-29,6237} \times 100\%$$

$$= 74,97\%$$

$$3. \% \text{Kadar Air} = \frac{61,8581-58,2010}{61,8581-56,8505} \times 100\%$$

$$= 73,03\%$$

Kadar air sampel variasi penelitian

Temperatur pengeringan = 50°C

1. Variasi waktu = 2 jam

Dik :

Berat sampel chip ubi jalar sebelum dikeringkan = 750 gram

Berat sampel chip ubi jalar setelah dikeringkan = 372 gram

$$\% \text{Kadar Air} = \frac{750 \text{ gr} - 372 \text{ gr}}{750 \text{ gr}} \times 100\%$$

$$= 50,40\%$$

2. Variasi waktu = 2,5 jam

Dik :

Berat sampel chip ubi jalar sebelum dikeringkan = 750 gram

Berat sampel chip ubi jalar setelah dikeringkan = 295,72 gram

$$\% \text{Kadar Air} = \frac{750 \text{ gr} - 295,72 \text{ gr}}{750 \text{ gr}} \times 100\%$$

$$= 60,57\%$$

3. Variasi waktu = 3 jam

Dik :

Berat sampel chip ubi jalar sebelum dikeringkan = 750 gram

Berat sampel chip ubi jalar setelah dikeringkan = 285,60 gram

$$\% \text{Kadar Air} = \frac{750 \text{ gr} - 285,60 \text{ gr}}{750 \text{ gr}} \times 100\%$$

$$= 61,92\%$$

4. Variasi waktu = 3,5 jam

Dik :

Berat sampel chip ubi jalar sebelum dikeringkan = 750 gram

Berat sampel chip ubi jalar setelah dikeringkan = 255 gram

$$\% \text{ Kadar Air} = \frac{750 \text{ gr} - 255 \text{ gr}}{750 \text{ gr}} \times 100\%$$

$$= 66\%$$

5. Variasi waktu = 4 jam

Dik :

Berat sampel chip ubi jalar sebelum dikeringkan = 750 gram

Berat sampel chip ubi jalar setelah dikeringkan = 220,20 gram

$$\% \text{ Kadar Air} = \frac{750 \text{ gr} - 220,20 \text{ gr}}{750 \text{ gr}} \times 100\%$$

$$= 70,64\%$$

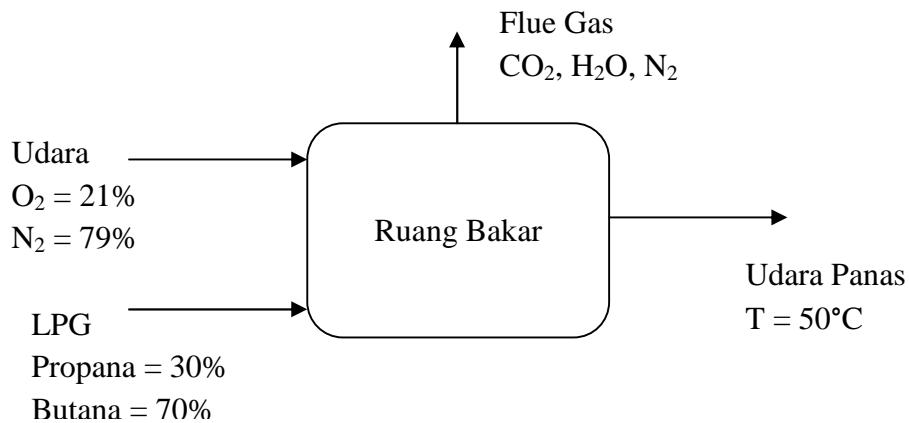
Dengan cara yang sama dilakukan perhitungan kadar air yang terlepas untuk temperatur pengeringan 60°C dengan variasi waktu pengeringan 2 jam, 2,5 jam, 3 jam, 3,5 jam, dan 4 jam hasilnya ditabulasikan pada tabel 8

Tabel 8 Kadar air yang terlepas pada chip ubi jalar kuning

Temperatur pengeringan (°C)	Variasi waktu pengeringan (jam)	Berat awal chip ubi jalar kuning (gr)	Berat akhir chip ubi jalar kuning (gr)	% Kadar air yang terlepas
60	2,0	750	319,19	57,44
	2,5	750	281,02	62,53
	3,0	750	242,51	67,67
	3,5	750	205,34	72,62
	4,0	750	184,18	75,44

### 3. Perhitungan Neraca Massa Ruang Bakar

Untuk temperatur 50°C variasi waktu pengeringan 2 jam



Gambar 9 Diagram alir neraca massa pada ruang bakar

Komposisi LPG % Vol:

Propana ( $C_3H_8$ ) = 30%

Butana ( $C_4H_{10}$ ) = 70%

Diketahui:

Massa LPG sebelum digunakan = 7,47 kg

Massa LPG setelah digunakan = 7,34 kg

Massa LPG yang terpakai = Massa LPG sebelum – Massa LPG setelah digunakan

$$= 7,47 \text{ kg} - 7,34 \text{ kg}$$

$$= 0,13 \text{ kg}$$

$$\text{BM campuran} = \left( 30\% \cdot 44 \frac{\text{gr}}{\text{mol}} + 70\% \cdot 58 \frac{\text{gr}}{\text{mol}} \right) = 53,8 \frac{\text{gr}}{\text{mol}}$$

$$\text{Kmol campuran} = \frac{\text{Massa LPG yang terpakai}}{\text{BM Campuran}}$$

$$= \frac{130 \text{ gram}}{53,8 \frac{\text{gr}}{\text{mol}}}$$

$$= 2,416 \text{ mol}$$

Maka mol propana:

$$30\% \cdot 2,416 \text{ mol} = 0,7249 \text{ mol}$$

Mol butana:

$$70\% \cdot 2,416 \text{ mol} = 1,6914 \text{ mol}$$

Reaksi I:

	$C_3H_8$	+	$5O_2$	$\longrightarrow$	$3CO_2$	+	$4H_2O$
M	0,7249		15,8043		-		-
R	0,7249		3,6245		2,1747		2,8996
S	-		12,1797		2,1747		2,8996

Reaksi II:

	$C_4H_{10}$	+	$\frac{13}{2}O_2$	$\longrightarrow$	$4CO_2$	+	$4H_2O$
M	1,6914		12,1797		-		-
R	1,6914		10,9944		6,7658		8,4572
S	-		1,1853		6,7658		8,4572

Menghitung udara suplai:

$O_2$  teoritis = Reaksi I + Reaksi II

$$= 3,6245 + 10,9944$$

$$= 14,6189 \text{ mol}$$

Syarat udara excess yang diperbolehkan untuk pembakaran dengan menggunakan bahan bakar LPG adalah 5-10% (Himmeblau, 1996)

Asumsi udara excess = 7,5%

$$\% \text{Udara excess} = \frac{(O_2 \text{suplai} - O_2 \text{teoritis})}{O_2 \text{suplai}} \times 100\% \quad (\text{Himmeblau, 1996})$$

$$7,5\% = \frac{(O_2 \text{suplai} - 13,4944)}{O_2 \text{suplai}} \times 100\%$$

$$\frac{7,5\%}{100\%} = \frac{(O_2 \text{suplai} - 13,4944)}{O_2 \text{suplai}}$$

$$O_2 \text{ Suplai} = 15,8043 \text{ mol}$$

Menghitung jumlah  $N_2$  masuk:

Komposisi udara:

79%  $N_2$

21%  $O_2$

$$N_2 \text{ suplai} = \frac{79}{21} \times O_2 \text{ suplai}$$

$$= \frac{79}{21} \times 15,8043 \text{ mol}$$

$$= 59,4542 \text{ mol}$$

$$\begin{aligned} \text{Total udara suplai} &= \text{O}_2 \text{ suplai} + \text{N}_2 \text{ suplai} \\ &= 15,8043 \text{ mol} + 59,4542 \text{ mol} \\ &= 75,2585 \text{ mol} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Udara suplai} &= 75,2585 \text{ mol} \times 29 \text{ g/mol} \\ &= 2182,497 \text{ gr} \end{aligned}$$

Menghitung H<sub>2</sub>O masuk:

Jika diketahui temperatur bola kering dan bola basah udara ambien

$$\text{Temperatur} = 30^\circ\text{C}$$

$$\text{Temperatur bola basah} = 28^\circ\text{C}$$

$$\text{Humidity} = 0,02175 \text{ kg H}_2\text{O/kg udara kering}$$

(*psyrhometric chart*)

$$\begin{aligned} \text{H}_2\text{O} &= 0,02175 \times 2,1825 \\ &= 0,0475 \text{ kg} \end{aligned}$$

Menghitung komposisi *flue gas*:

$$\begin{aligned} \text{CO}_2 &= \text{CO}_2 \text{ Reaksi I} + \text{CO}_2 \text{ Reaksi II} \\ &= (2,1747 + 6,7658) \\ &= 8,9405 \text{ mol} \end{aligned}$$

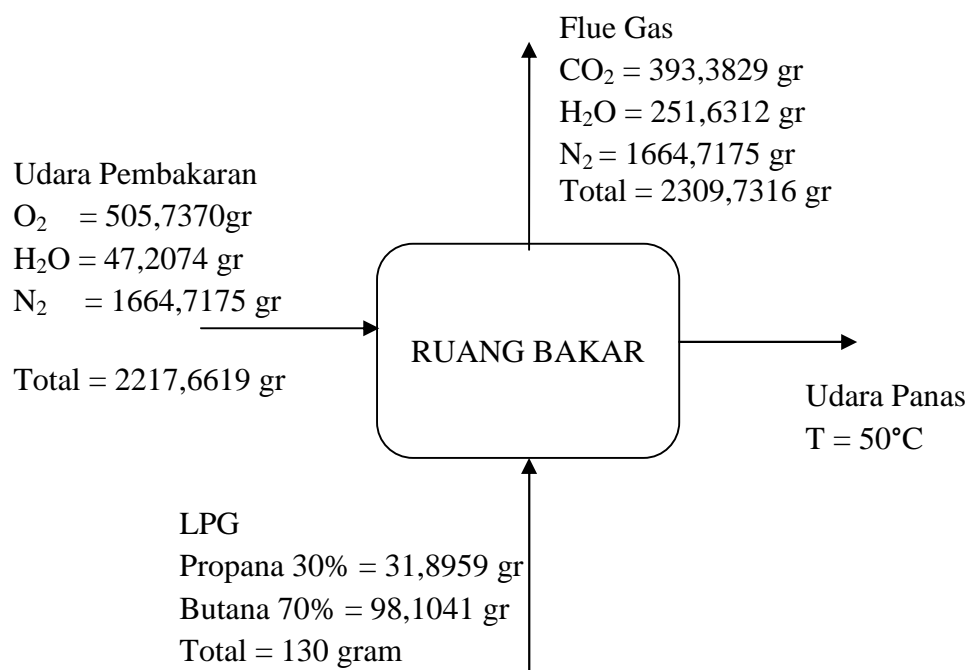
$$\begin{aligned} \text{H}_2\text{O} &= \text{H}_2\text{O Reaksi I} + \text{H}_2\text{O Reaksi II} \\ &= (2,8996 + 8,4572) \\ &= 11,3569 \text{ mol} \end{aligned}$$

$$\text{N}_2 = 59,4542 \text{ mol (inert)}$$

Dari perhitungan neraca massa pada ruang bakar untuk waktu pengeringan 2 jam hasilnya dapat ditabulasikan pada tabel 9 dan diagram neraca massa pada ruang bakar dapat dilihat pada gambar 10.

Tabel 9 Neraca Massa pada ruang bakar temperatur 50°C waktu 2 jam

Komponen	BM	Input		Output	
		gmol	gr	gmol	gr
C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	44	0,7249	31,8959	-	-
C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	58	1,6914	98,1041	-	-
O <sub>2</sub>	32	15,8043	505,7370	1,1853	37,93027
CO <sub>2</sub>	44	-	-	8,9405	393,3829
H <sub>2</sub> O	18	2,6226	47,2074	13,9795	251,6312
N <sub>2</sub>	28	59,4542	1664,7175	59,4542	1664,7175
Total			2347,6619		2347,6619

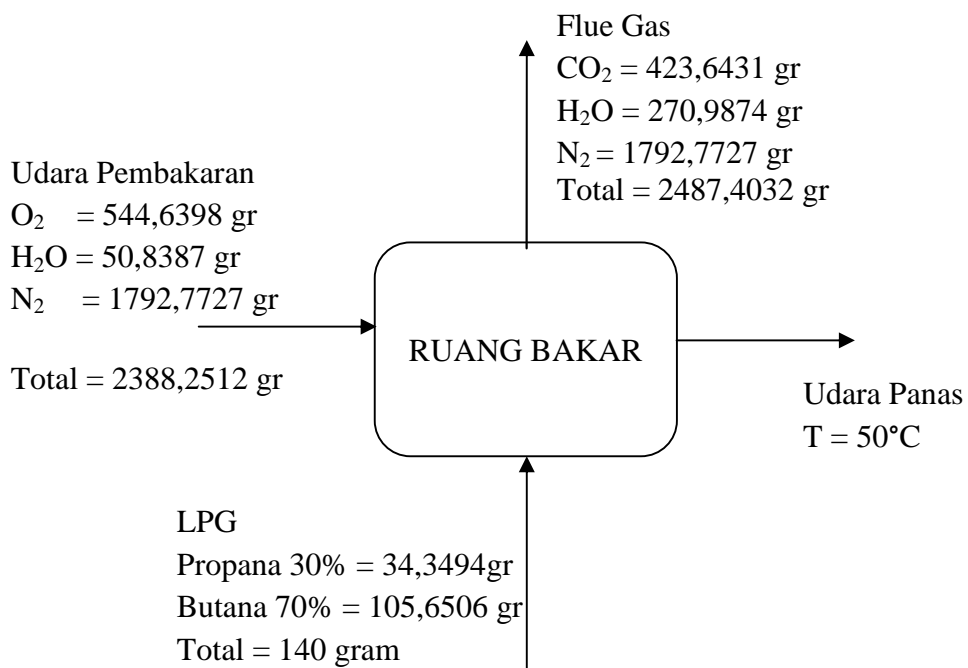


Gambar 10 Diagram alir pada ruang bakar temperatur 50°C waktu 2 jam

Dengan cara yang sama dilakukan perhitungan neraca massa pada ruang bakar untuk variasi waktu pengeringan 2,5 jam, 3 jam, 3,5 jam, dan 4 jam hasilnya ditabulasikan pada tabel dan diagram alir neraca massa pada ruang bakar untuk variasi waktu pengeringan 2,5 jam, 3 jam, 3,5 jam, dan 4 jam dapat dilihat pada gambar.

Tabel 11 Neraca massa pada ruang bakar temperatur 50°C waktu 2,5 jam

Komponen	BM	Input		Output	
		gmol	gr	gmol	Gr
C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	44	0,7807	34,3494	-	-
C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	58	1,8216	105,6506	-	-
O <sub>2</sub>	32	17,0200	544,6398	1,2765	40,8480
CO <sub>2</sub>	44	-	-	9,6283	423,6431
H <sub>2</sub> O	18	2,8244	50,8387	15,0549	270,9874
N <sub>2</sub>	28	64,0276	1792,7727	64,0276	1792,7727
Total			2582,2512		2528,2512

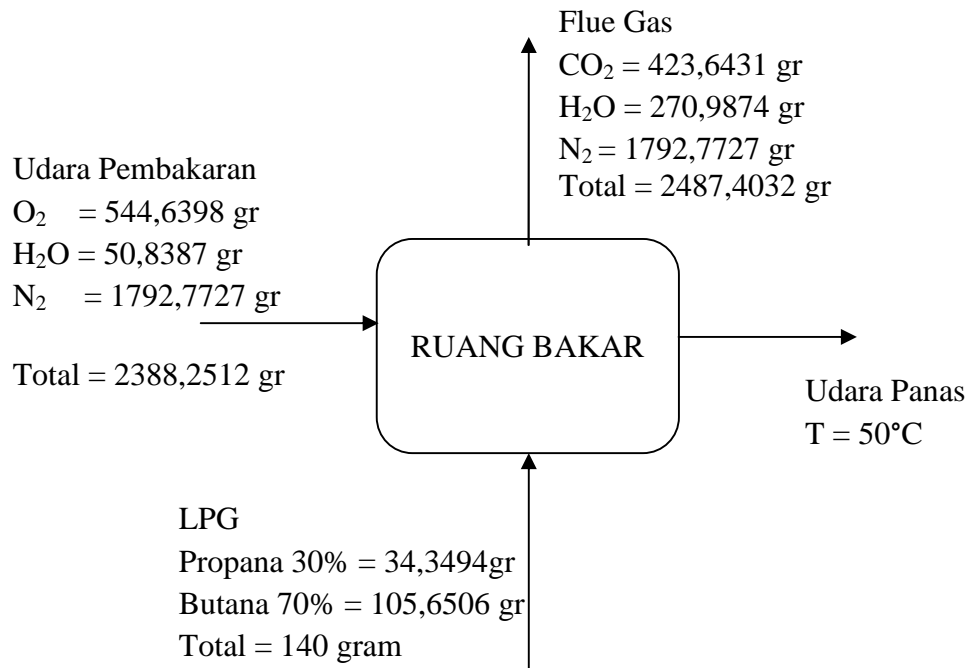


Gambar 11 Diagram alir pada ruang bakar temperatur 50°C waktu 2,5 jam

Tabel 11 Neraca massa pada ruang bakar temperatur 50°C waktu 3 jam

Komponen	BM	Input		Output	
		gmol	gr	gmol	Gr
C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	44	0,7807	34,3494	-	-
C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	58	1,8216	105,6506	-	-
O <sub>2</sub>	32	17,0200	544,6398	1,2765	40,8480
CO <sub>2</sub>	44	-	-	9,6283	423,6431
H <sub>2</sub> O	18	2,8244	50,8387	15,0549	270,9874
N <sub>2</sub>	28	64,0276	1792,7727	64,0276	1792,7727
Total			2582,2512		2528,2512

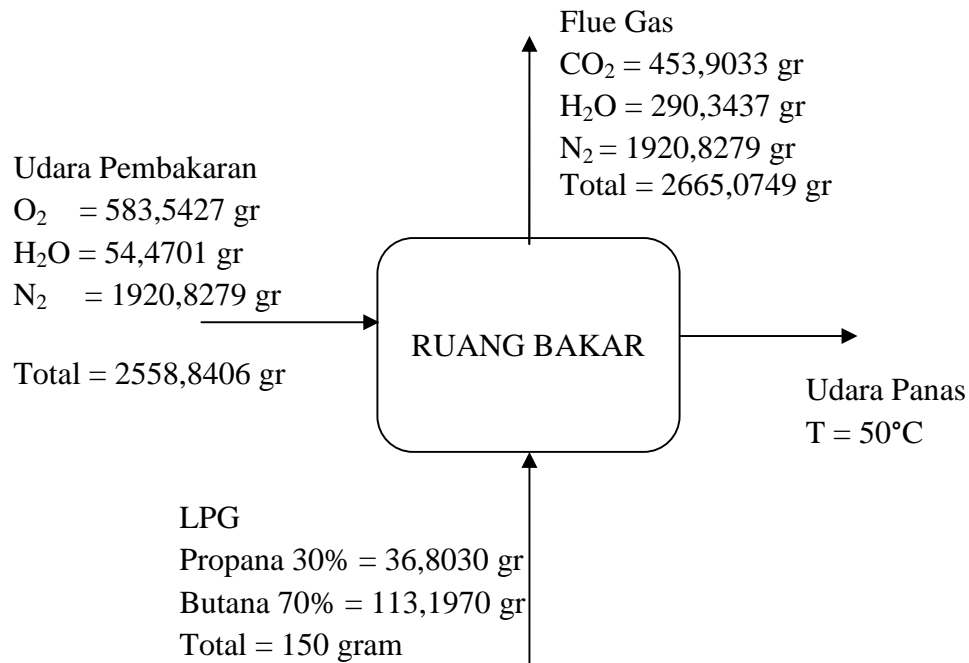




Gambar 12 Diagram alir pada ruang bakar temperatur  $50^\circ C$  waktu 3 jam

Tabel 12 Neraca massa pada ruang bakar temperatur  $50^\circ C$  waktu 3,5 jam

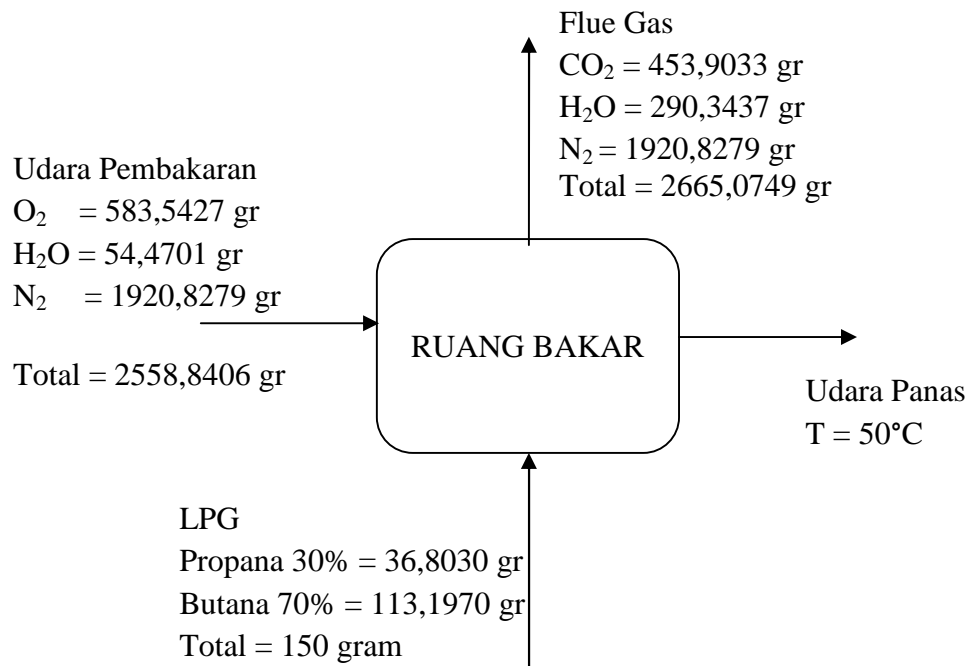
Komponen	BM	Input		Output	
		gmol	gr	gmol	gr
$C_3H_8$	44,0000	0,8364	36,8030	-	-
$C_4H_{10}$	58,0000	1,9517	113,1970	-	-
$O_2$	32,0000	18,2357	583,5427	1,3677	43,7657
$CO_2$	44,0000	-	-	10,3160	453,9033
$H_2O$	18,0000	3,0261	54,4701	16,1302	290,3437
$N_2$	28,0000	68,6010	1920,8279	68,6010	1920,8279
Total			2708,8406		2708,8406



Gambar 13 Diagram alir pada ruang bakar temperatur 50°C waktu 3,5 jam

Tabel 13 Neraca massa pada ruang bakar temperatur 50°C waktu 4 jam

Komponen	BM	Input		Output	
		gmol	gr	gmol	gr
$C_3H_8$	44,0000	0,8364	36,8030	-	-
$C_4H_{10}$	58,0000	1,9517	113,1970	-	-
$O_2$	32,0000	18,2357	583,5427	1,3677	43,7657
$CO_2$	44,0000	-	-	10,3160	453,9033
$H_2O$	18,0000	3,0261	54,4701	16,1302	290,3437
$N_2$	28,0000	68,6010	1920,8279	68,6010	1920,8279
<b>Total</b>			<b>2708,8406</b>		<b>2708,8406</b>



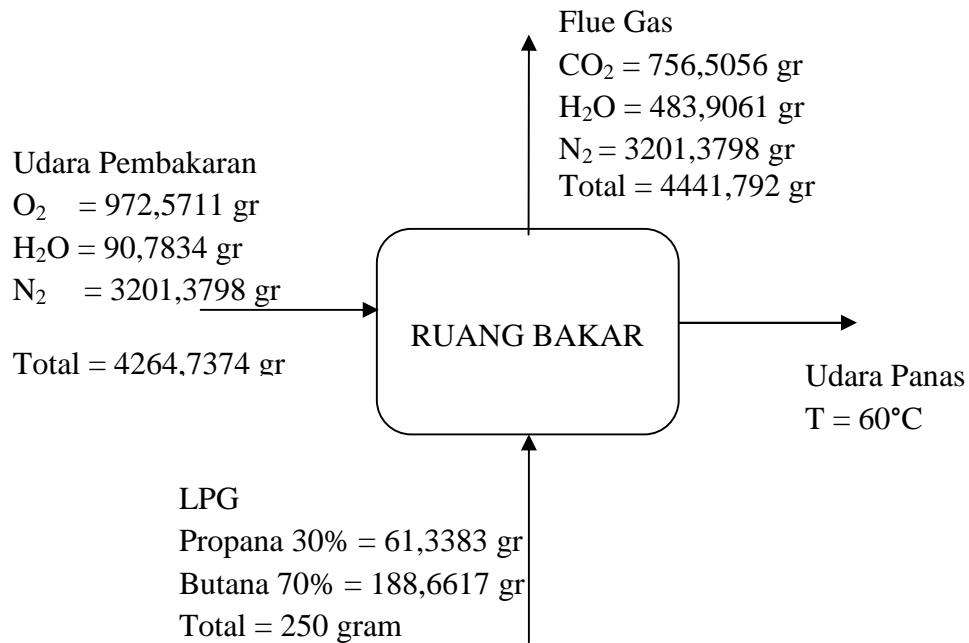
Gambar 14 Diagram alir pada ruang bakar temperatur  $50^\circ C$  waktu 4 jam

Variasi Temperatur  $60^\circ C$

Waktu Pengeringan 2 jam

Tabel 14 Neraca massa pada ruang bakar temperatur  $60^\circ C$  waktu 2 jam

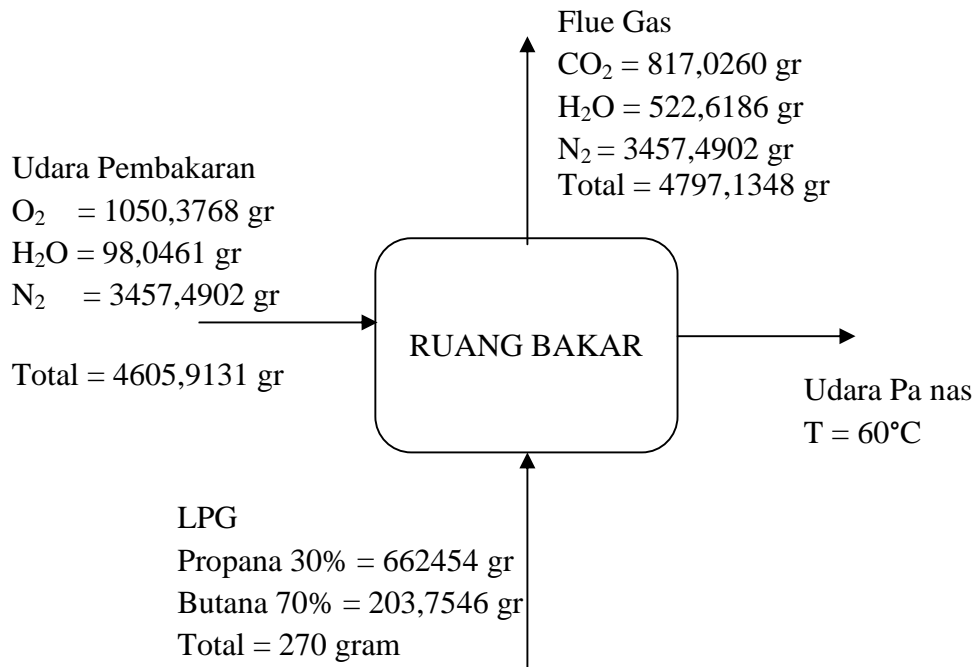
Komponen	BM	Input		Output	
		gmol	gr	Gmol	gr
$C_3H_8$	44	1,3941	61,3383	-	-
$C_4H_{10}$	58	3,2528	188,6617	-	-
$O_2$	32	30,3928	972,5711	2,2795	72,94283
$CO_2$	44	-	-	17,1933	756,5056
$H_2O$	18	5,0435	90,7834	26,8837	483,9061
$N_2$	28	114,3350	3201,3798	114,3350	3201,3798
Total			4514,7343		4514,7343



Gambar 15 Diagram alir pada ruang bakar temperatur  $60^\circ C$  waktu 2 jam

Tabel 15 Neraca massa pada ruang bakar temperatur  $60^\circ C$  waktu 2,5 jam

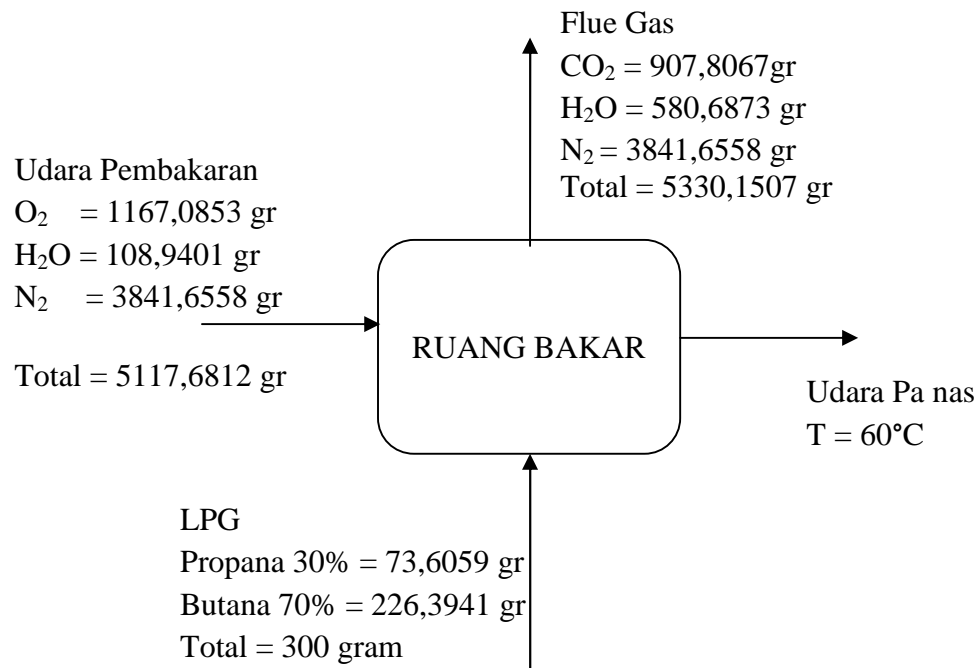
Komponen	BM	Input		Output	
		gmol	gr	gmol	gr
$C_3H_8$	44	1,5056	66,2454	-	-
$C_4H_{10}$	58	3,5130	203,7546	-	-
$O_2$	32	32,8243	1050,3768	2,4618	78,7783
$CO_2$	44	-	-	18,5688	817,0260
$H_2O$	18	5,4470	98,0461	29,0344	522,6186
$N_2$	28	123,4818	3457,4902	123,4818	3457,4902
Total			4875,9131		4875,9131



Gambar 16 Diagram alir pada ruang bakar temperatur  $60^\circ C$  2,5 jam

Tabel 16 Neraca massa pada ruang bakar temperatur  $60^\circ C$  waktu 3 jam

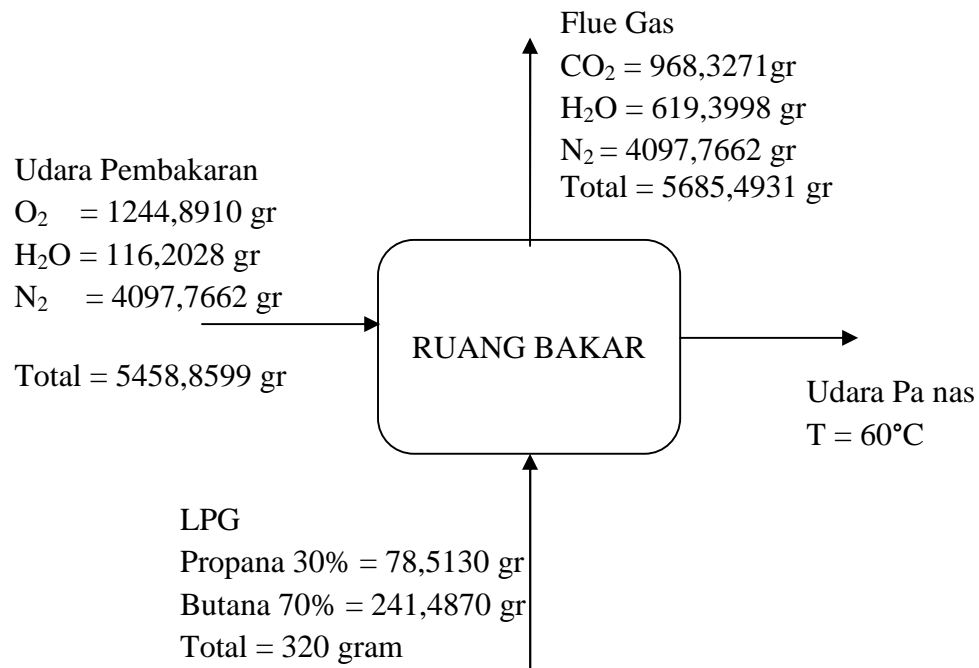
Komponen	BM	Input		Output	
		gmol	gr	gmol	gr
$C_3H_8$	44	1,6729	73,6059	-	-
$C_4H_{10}$	58	3,9033	226,3941	-	-
$O_2$	32	36,4714	1167,0853	2,7354	87,5314
$CO_2$	44	-	-	20,6320	907,8067
$H_2O$	18	6,0522	108,9401	32,2604	580,6873
$N_2$	28	137,2020	3841,6558	137,2020	3841,6558
<b>Total</b>			<b>5417,6812</b>		<b>5417,6812</b>



Gambar 17 Diagram alir pada ruang bakar temperatur  $60^\circ C$  waktu 3 jam

Tabel 17 Neraca massa pada ruang bakar temperatur  $60^\circ C$  waktu 3,5 jam

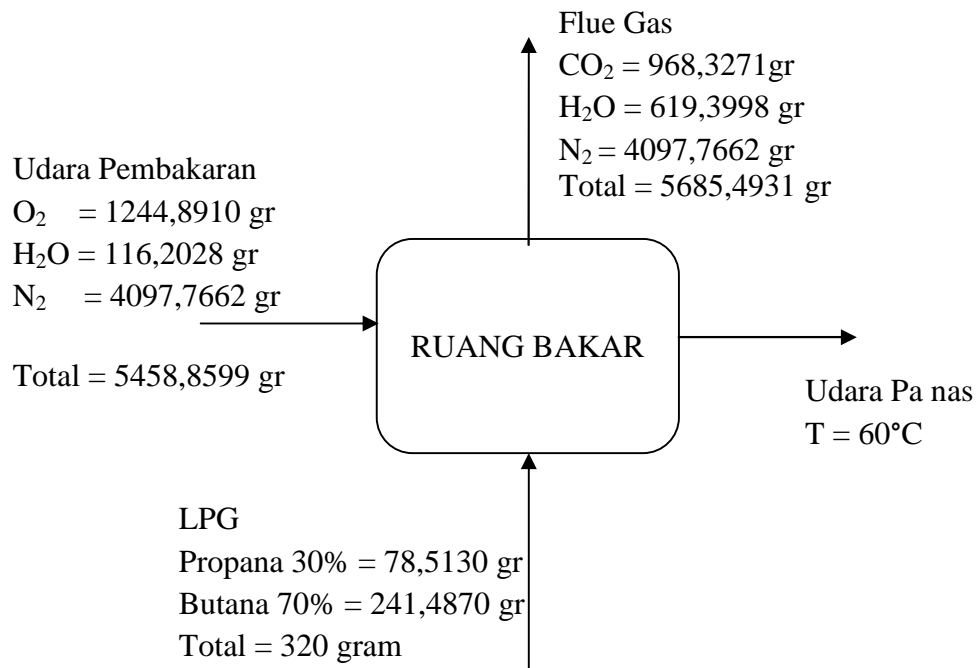
Komponen	BM	Input		Output	
		gmol	gr	gmol	Gr
$C_3H_8$	44	1,7844	78,5130	-	-
$C_4H_{10}$	58	4,1636	241,4870	-	-
$O_2$	32	38,9028	1244,8910	2,9177	93,36682
$CO_2$	44	-	-	22,0074	968,3271
$H_2O$	18	6,4557	116,2028	34,4111	619,3998
$N_2$	28	146,3488	4097,7662	146,3488	4097,7662
Total			5778,8599		5778,8599



Gambar 18 Diagram alir pada ruang bakar temperatur  $60^\circ C$  waktu 3,5 jam

Tabel 18 Neraca massa pada ruang bakar temperatur  $60^\circ C$  waktu 4 jam

Komponen	BM	Input		Output	
		Gmol	gr	gmol	Gr
$C_3H_8$	44	2,0632	90,7807	-	-
$C_4H_{10}$	58	4,8141	279,2193	-	-
$O_2$	32	44,9814	1439,4052	3,3736	107,9554
$CO_2$	44	-	-	25,4461	1119,6283
$H_2O$	18	7,4644	134,3595	39,7878	716,1810
$N_2$	28	169,2158	4738,0421	169,2158	4738,0421
Total			6681,8068		6681,8068



Gambar 19 Diagram alir pada ruang bakar temperatur  $60^\circ C$  waktu 4 jam

#### 4. Perhitungan Neraca Massa Ruang Pengering

Untuk temperatur  $50^\circ C$  dengan waktu pengeringan 2 jam

Diketahui:

Massa chip sebelum dikeringkan = 750 gram

Massa chip setelah dikeringkan = 372 gram

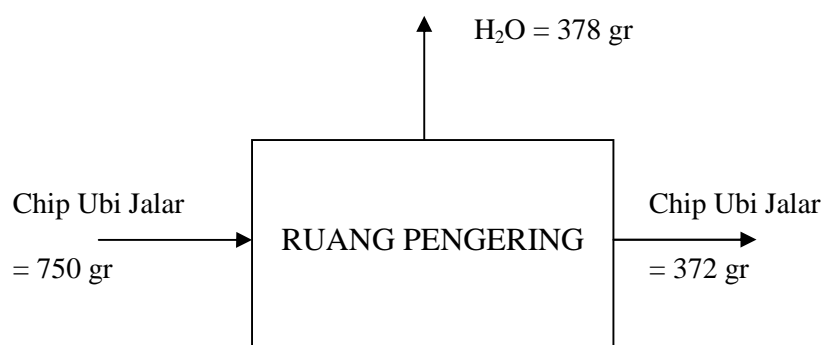
$$\begin{aligned}
 \text{Massa } H_2O &= \text{Massa chip sebelum dikeringkan} - \text{Massa chip setelah dikeringkan} \\
 &= 750 \text{ gram} - 372 \text{ gram} \\
 &= 378 \text{ gram}
 \end{aligned}$$

Dari perhitungan neraca massa pada ruang pengering untuk waktu pengeringan 2 jam hasilnya dapat ditabulasikan pada tabel 19 dan diagram neraca massa pada ruang bakar dapat dilihat pada gambar 20.



Tabel 20 Neraca massa pada ruang pengering 50°C waktu 2 jam

Komponen	Input (gram)	Output (gram)
Chip Ubi Jalar	750	378
H <sub>2</sub> O	-	372
Total	750	750

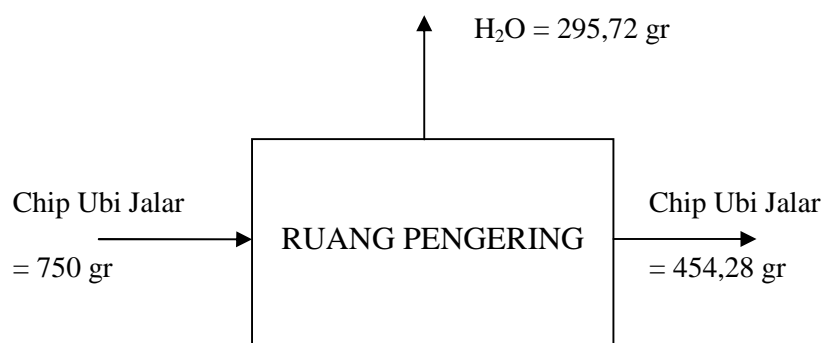


Gambar 21 Diagram alir ruang pengeringan 50°C waktu pengeringan 2 jam

Dengan cara yang sama dilakukan perhitungan neraca massa pada ruang pengering untuk variasi waktu pengeringan 2,5 jam, 3 jam, 3,5 jam, dan 4 jam hasilnya ditabulasikan pada tabel dan diagram alir neraca massa dan dapat dilihat sebagai berikut.

Tabel 19 Neraca massa pada ruang pengering 50°C waktu 2,5 jam

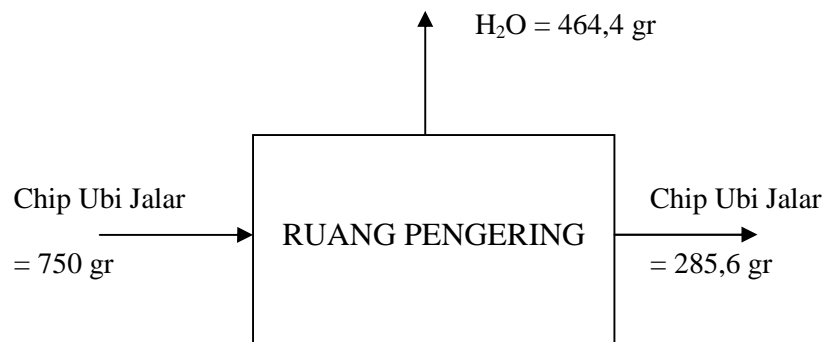
Komponen	Input (gram)	Output (gram)
Chip Ubi Jalar	750	295,72
H <sub>2</sub> O	-	454,28
Total	750	750



Gambar 19 Diagram alir ruang pengeringan 50°C waktu pengeringan 2,5 jam

Tabel 19 Neraca massa pada ruang pengering 50°C waktu 3 jam

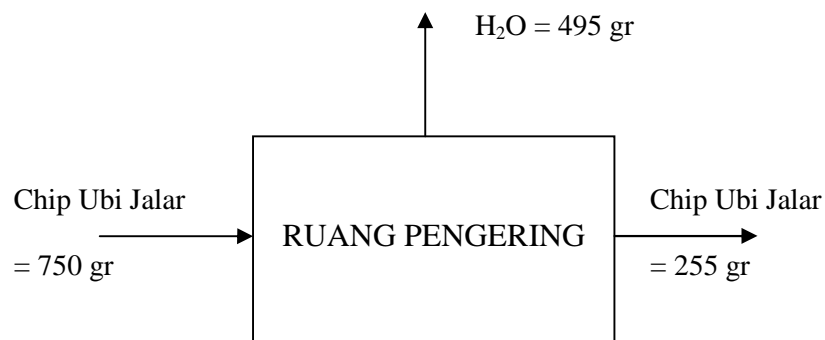
Komponen	Input (gram)	Output (gram)
Chip Ubi Jalar	750	285,6
H <sub>2</sub> O	-	464,4
Total	750	750



Gambar 19 Diagram alir ruang pengeringan 50°C waktu pengeringan 3 jam

Tabel 19 Neraca massa pada ruang pengering 50°C waktu 3,5 jam

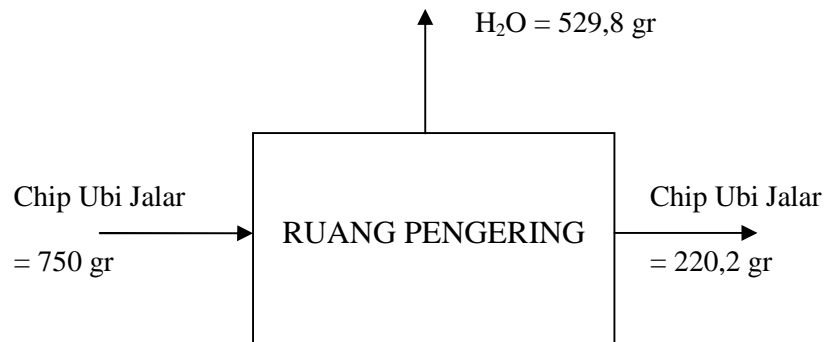
Komponen	Input (gram)	Output (gram)
Chip Ubi Jalar	750	255
H <sub>2</sub> O	-	495
Total	750	750



Gambar 19 Diagram alir ruang pengeringan 50°C waktu pengeringan 3,5 jam

Tabel 19 Neraca massa pada ruang pengering 50°C waktu 4 jam

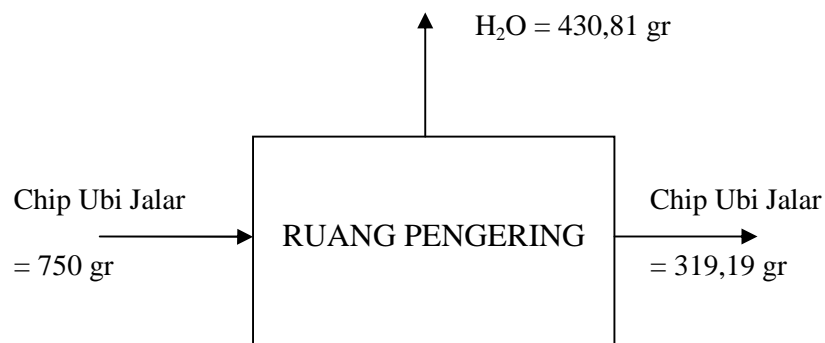
Komponen	Input (gram)	Output (gram)
Chip Ubi Jalar	750	220,2
H <sub>2</sub> O	-	529,8
Total	750	750



Gambar 19 Diagram alir ruang pengeringan 50°C waktu pengeringan 4 jam

Tabel 19 Neraca massa pada ruang pengering 60°C waktu 2 jam

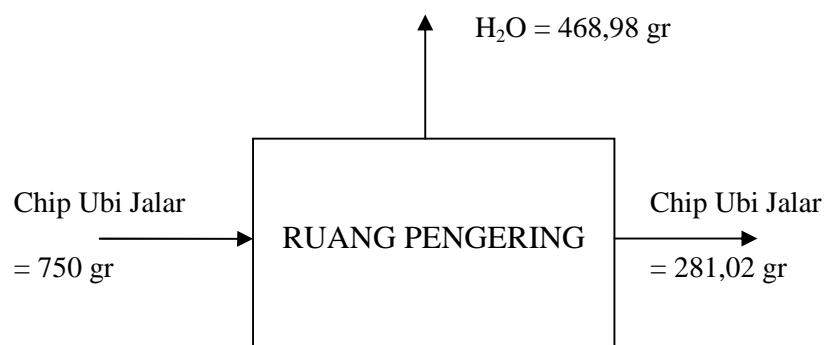
Komponen	Input (gram)	Output (gram)
Chip Ubi Jalar	750	319,19
H <sub>2</sub> O	-	430,81
Total	750	750



Gambar 19 Diagram alir ruang pengeringan 60°C waktu pengeringan 2 jam

Tabel 20 Neraca massa pada ruang pengering 60°C waktu 2,5 jam

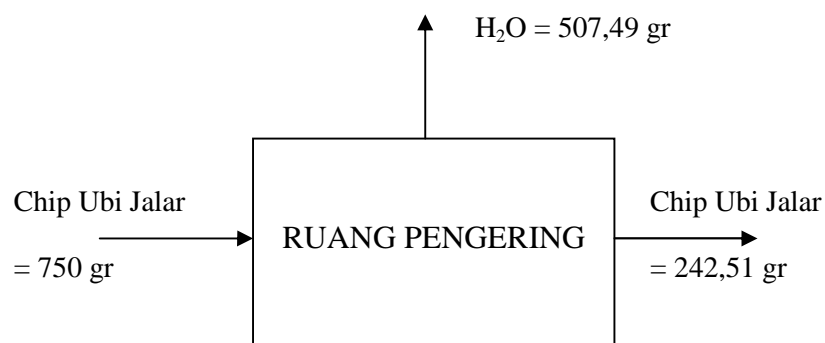
Komponen	Input (gram)	Output (gram)
Chip Ubi Jalar	750	281,02
H <sub>2</sub> O	-	468,98
Total	750	750



Gambar 21 Diagram alir ruang pengeringan 60°C waktu pengeringan 2,5 jam

Tabel 20 Neraca massa pada ruang pengering 60°C waktu 3 jam

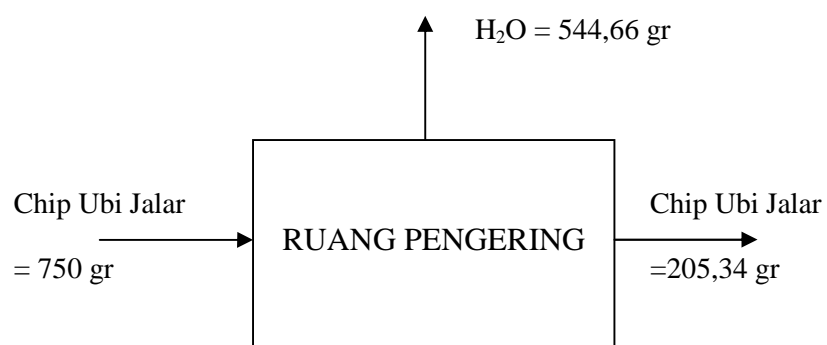
Komponen	Input (gram)	Output (gram)
Chip Ubi Jalar	750	242,51
H <sub>2</sub> O	-	507,49
Total	750	750



Gambar 21 Diagram alir ruang pengeringan 60°C waktu pengeringan 3 jam

Tabel 21 Neraca massa pada ruang pengering 60°C waktu 3,5 jam

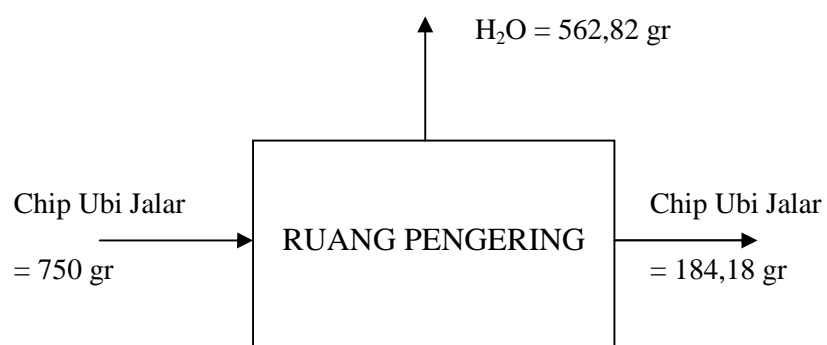
Komponen	Input (gram)	Output (gram)
Chip Ubi Jalar	750	205,34
H <sub>2</sub> O	-	544,66
Total	750	750



Gambar 22 Diagram alir ruang pengeringan 60°C waktu pengeringan 3,5 jam

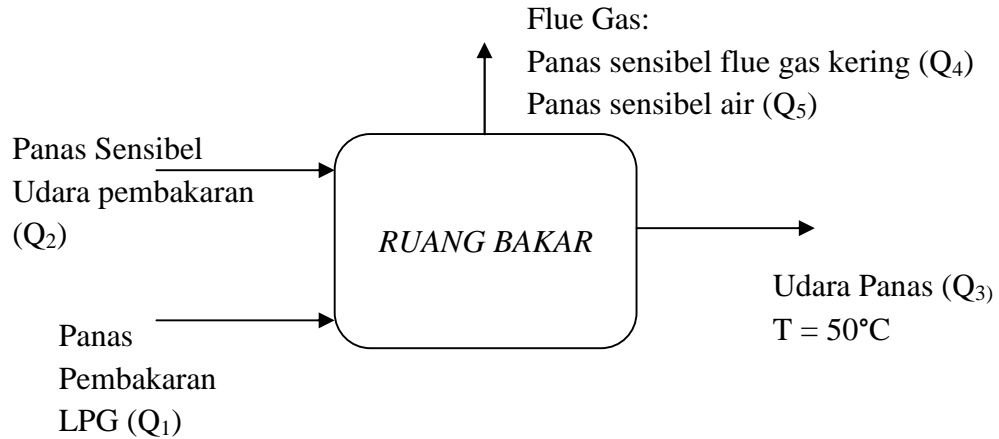
Tabel 20 Neraca massa pada ruang pengering 60°C waktu 4 jam

Komponen	Input (gram)	Output (gram)
Chip Ubi Jalar	750	184,18
H <sub>2</sub> O	-	565,82
Total	750	750



Gambar 21 Diagram alir ruang pengeringan 60°C waktu pengeringan 4 jam

## 5. Perhitungan Neraca panas Ruang bakar



Gambar 20 Diagram alir neraca energi pada ruang bakar

### 1. Menghitung panas pembakaran gas LPG ( $Q_1$ )

Massa LPG = 0,13 kg

Massa Propana = 31,8959 gram

Massa Butana = 98,1041 gram

HHV Propana = 45,4 kJ/gr (Sumber: Edukasi Pertamina, 2016)

HHV Butana = 47,3 kJ/gr (Sumber: Edukasi Pertamina, 2016)

$Q_1 = (\text{Massa Propana} \cdot \text{HHV propana}) + (\text{Massa Butana} \cdot \text{HHV butana})$

$$= (31,8959 \text{ gram} \times 45,4 \text{ kJ/gr}) + (98,1041 \text{ gram} \times 47,3 \text{ kJ/gr})$$

$$= 6088,3978 \text{ kJ}$$

### 2. Menghitung panas sensibel udara pembakaran ( $Q_2$ )

Panas sensibel udara kering (oksigen):

Diketahui:

$T_1$  (Referen) = 25°C

$T_2$  (Udara masuk) = 30°C

Mol  $O_2$  masuk = 14,6679 mol

Data Kapasitas panas (Himmeblau, 1995)

$a = 29,1$

$b = 0,01158$

$c = -0,6076 \cdot 10^{-5}$

$$d = 1,311 \cdot 10^{-9}$$

$$C_p = a + b(T) + c(T^2) + d(T^3)$$

$$C_p = \int_{T_1}^{T_2} (a) + \int_{T_1}^{T_2} b(T) + \int_{T_1}^{T_2} c(T^2) + \int_{T_1}^{T_2} d(T^3)$$

$$C_p = a(T_2 - T_1) + \frac{b}{2} (T_2^2 - T_1^2) + \frac{c}{3} (T_2^3 - T_1^3) + \frac{d}{4} (T_2^4 - T_1^4)$$

$$C_p = 29,1(30-25) + \frac{0,01158}{2} (30^2 - 25^2) - \frac{0,000006075}{3} (30^3 - 25^3) + \frac{1,311 \cdot 10^{-9}}{4} (30^4 - 25^4)$$

$$C_p = 147,0693 \frac{\text{Joule}}{\text{gmol}} ^\circ\text{C}$$

$$Q = nC_p dT$$

$$Q = 14,6679 \text{ mol} \cdot 147,0693 \frac{\text{Joule}}{\text{gmol}} ^\circ\text{C} \cdot (30-25)$$

$$Q = 10785,99254 \text{ joule}$$

$$Q = 10,78599 \text{ kj}$$

### 3. Menghitung panas sensibel udara pembakaran ( $Q_2$ )

Panas sensibel udara kering (nitrogen):

Diketahui:

$$T_1 \text{ (Referen)} = 25^\circ\text{C}$$

$$T_2 \text{ (Udara masuk)} = 30^\circ\text{C}$$

$$\text{Mol O}_2 \text{ masuk} = 14,6679 \text{ mol}$$

Data Kapasitas panas (Himmeblau, 1995)

$$a = 29$$

$$b = 0,002199$$

$$c = 0,5723 \cdot 10^{-5}$$

$$d = -2,871 \cdot 10^{-9}$$

$$C_p = a + b(T) + c(T^2) + d(T^3)$$

$$C_p = \int_{T_1}^{T_2} (a) + \int_{T_1}^{T_2} b(T) + \int_{T_1}^{T_2} c(T^2) + \int_{T_1}^{T_2} d(T^3)$$

$$C_p = a(T_2 - T_1) + \frac{b}{2} (T_2^2 - T_1^2) + \frac{c}{3} (T_2^3 - T_1^3) + \frac{d}{4} (T_2^4 - T_1^4)$$

$$C_p = 29 (30-25) + \frac{0,002199}{2} (30^2 - 25^2) + \frac{0,000005723}{3} (30^3 - 25^3) - \frac{2,871 \cdot 10^{-9}}{4} (30^4 - 25^4)$$

$$C_p = 147,0693 \frac{\text{Joule}}{\text{gmol}} ^\circ\text{C}$$

$$Q = nC_p dT$$

$$Q = 14,6679 \text{ mol. } 147,0693 \frac{\text{Joule}}{\text{gmol}} ^\circ\text{C. } (30-25) ^\circ\text{C}$$

$$Q = 40094,17176 \text{ joule}$$

$$Q = 40,09717 \text{ kj}$$

#### 4. Menghitung panas flue gas kering ( $Q_2$ )

Panas sensibel udara kering ( $\text{CO}_2$ ):

Diketahui:

$$T_1 \text{ (Referen)} = 25^\circ\text{C}$$

$$T_2 \text{ (Udara masuk)} = 45^\circ\text{C}$$

$$\text{Mol } \text{CO}_2 \text{ keluar} = 8,2528 \text{ mol}$$

Data Kapasitas panas (Himmeblau, 1995)

$$a = 36,11$$

$$b = 0,04233$$

$$c = -2,887 \cdot 10^{-5}$$

$$d = 7,464 \cdot 10^{-9}$$

$$C_p = a + b(T) + c(T^2) + d(T^3)$$

$$C_p = \int_{T_1}^{T_2} (a) + \int_{T_1}^{T_2} b(T) + \int_{T_1}^{T_2} c(T^2) + \int_{T_1}^{T_2} d(T^3)$$

$$C_p = a(T_2 - T_1) + \frac{b}{2} (T_2^2 - T_1^2) + \frac{c}{3} (T_2^3 - T_1^3) + \frac{d}{4} (T_2^4 - T_1^4)$$

$$C_p = 36,11 (45-25) + \frac{0,04233}{2} (45^2 - 25^2) - \frac{0,00002887}{3} (45^3 - 25^3) + \frac{7,464 \cdot 10^{-9}}{4} (30^4 - 25^4)$$

$$C_p = 751,1114 \frac{\text{Joule}}{\text{gmol}} ^\circ\text{C}$$

$$Q = nC_p dT$$

$$Q = 8,2528 \text{ mol. } 751,1114 \frac{\text{Joule}}{\text{gmol}} ^\circ\text{C. } (45-25) ^\circ\text{C}$$

$$Q = 123975,437 \text{ joule}$$

$$Q = 123,9754 \text{ kj}$$



Panas sensibel udara kering (O<sub>2</sub>):

Diketahui:

$$T_1 \text{ (Referen)} = 25^\circ\text{C}$$

$$T_2 \text{ (Udara masuk)} = 45^\circ\text{C}$$

$$\text{Mol O}_2 \text{ masuk} = 1,1734 \text{ mol}$$

Data Kapasitas panas (Himmeblau, 1995)

$$a = 29,1$$

$$b = 0,01158$$

$$c = -0,6076 \cdot 10^{-5}$$

$$d = 1,311 \cdot 10^{-9}$$

$$C_p = a + b(T) + c(T^2) + d(T^3)$$

$$C_p = \int_{T_1}^{T_2} (a) + \int_{T_1}^{T_2} b(T) + \int_{T_1}^{T_2} c(T^2) + \int_{T_1}^{T_2} d(T^3)$$

$$C_p = a(T_2 - T_1) + \frac{b}{2} (T_2^2 - T_1^2) + \frac{c}{3} (T_2^3 - T_1^3) + \frac{d}{4} (T_2^4 - T_1^4)$$

$$C_p = 29,1(45-25) + \frac{0,01158}{2} (45^2 - 25^2) - \frac{0,000006075}{3} (45^3 - 25^3) + \frac{1,311 \cdot 10^{-9}}{4} (45^4 - 25^4)$$

$$C_p = 589,9543 \frac{\text{Joule}}{\text{gmol}} ^\circ\text{C}$$

$$Q = nC_p dT$$

$$Q = 1,1734 \text{ mol} \cdot 589,9543 \frac{\text{Joule}}{\text{gmol}} ^\circ\text{C} \cdot (45-25) ^\circ\text{C}$$

$$Q = 13845,0476 \text{ joule}$$

$$Q = 13,84505 \text{ kj}$$

Menghitung panas sensibel air dari reaksi pembakaran

Diketahui:

$$T_1 \text{ (Referen)} = 25^\circ\text{C}$$

$$T_2 \text{ (Udara masuk)} = 45^\circ\text{C}$$

$$\text{Mol H}_2\text{O masuk} = 10,4833 \text{ mol}$$

Data Kapasitas panas (Himmeblau, 1995)

$$a = 33,46$$

$$b = 0,00688$$

$$c = 7,604 \cdot 10^{-5}$$

$$d = -3,593 \cdot 10^{-9}$$

$$C_p = a + b(T) + c(T^2) + d(T^3)$$

$$C_p = \int_{T_1}^{T_2} (a) + \int_{T_1}^{T_2} b(T) + \int_{T_1}^{T_2} c(T^2) + \int_{T_1}^{T_2} d(T^3)$$

$$C_p = a(T_2 - T_1) + \frac{b}{2} (T_2^2 - T_1^2) + \frac{c}{3} (T_2^3 - T_1^3) + \frac{d}{4} (T_2^4 - T_1^4)$$

$$C_p = 33,46 (45-25) + \frac{0,00688}{2} (45^2 - 25^2) + \frac{7,604 \cdot 10^{-5}}{3} (45^3 - 25^3) - \frac{3,593 \cdot 10^{-9}}{4} (45^4 - 25^4)$$

$$C_p = 674,2040 \frac{\text{Joule}}{\text{gmol}} ^\circ\text{C}$$

$$Q = n C_p dT$$

$$Q = 10,4833 \text{ mol. } 674,2040 \frac{\text{Joule}}{\text{gmol}} ^\circ\text{C. } (45-25) ^\circ\text{C}$$

$$Q = 141357,663 \text{ joule}$$

$$Q = 141,358 \text{ kj}$$

Menghitung panas konduksi pada dinding dryer:

Diketahui:

$$k = 118 \text{ btu/ft hr } ^\circ\text{R}$$

$$k = 204,23 \text{ w/m}^\circ\text{C}$$

$$T_1 = 50^\circ\text{C}$$

$$T_2 = 30^\circ\text{C}$$

$$X_A = 0,04 \text{ m}$$

$$X_B = 0,1 \text{ m}$$

$$X_C = 0,1 \text{ m}$$

$$A = 0,1638 \text{ m}^2$$

$$\begin{aligned} Q &= - \frac{A k (T_2 - T_1)}{(X_A + X_B + X_C)} \\ &= \frac{0,1638 \text{ m}^2 204,23 \text{ w/m}^\circ\text{C} (30^\circ\text{C} - 50^\circ\text{C})}{(0,04 \text{ m} + 0,1 \text{ m} + 0,1 \text{ m})} \\ &= 2787,7395 \text{ watt} \end{aligned}$$

$$= 2508,97 \text{ kj}$$

Menghitung panas sensibel air

$$Q = m \cdot \lambda$$

$$= 0,378 \text{ kg} \cdot 2382,7 \text{ kj/kg}$$

$$= 900,66 \text{ kj}$$

Tabel 19 Neraca panas ruang bakar temperatur 50°C waktu 2 jam

Komponen	Input (kj)	Output (kj)
Panas pembakaran LPG	6556,7361	-
Panas Konduksi	-	2508,9656
Panas sensibel flue gas kering	-	864,0578
panas sensibel air keluar	-	188,5007
udara panas	-	13,9855
Q loss	-	2981,2266
Total	6556,7361	6556,7361

Tabel 20 Neraca panas ruang bakar temperatur 50°C waktu 2 jam

Komponen	Input (kj)	Output (kj)
Panas konduksi	2508,9656	-
udara panas	13,9855	-
panas laten air	-	900,6606
panas sensibel chip	-	27,4275
heat loss	-	1594,8629
Total	2522,9510	2522,951

Dengan cara yang sama dilakukan perhitungan neraca massa pada ruang bakar untuk variasi 50 °C dan 60 °C waktu pengeringan 2,5 jam, 3 jam, 3,5 jam, dan 4 jam hasilnya ditabulasikan pada tabel dan diagram alir neraca panas pada ruang bakar untuk variasi waktu pengeringan 2,5 jam, 3 jam, 3,5 jam, dan 4 jam dapat dilihat pada gambar.

Tabel 21 Neraca panas ruang bakar temperatur 50°C waktu 2,5 jam

Komponen	Input (kj)	Output (kj)
Panas pembakaran LPG	6556,7361	
Panas Konduksi		2508,9656
Panas sensibel flue gas kering		864,0578
panas sensibel air keluar udara panas		188,5007
Q loss		13,9855
Total	6556,7361	2981,2266

Tabel 22 Neraca panas ruang pengering temperatur 50°C waktu 2,5 jam

Komponen	Input (kj)	Output (kj)
Panas konduksi	2508,9656	-
udara panas	13,9855	-
panas laten air	-	900,6606
panas sensibel chip	-	27,4275
heat loss	-	1594,8629
Total	2522,9510	2522,951

Tabel 23 Neraca panas ruang pengering temperatur 50°C waktu 3 jam

Komponen	Input (kj)	Output (kj)
Panas pembakaran LPG	6556,7361	
Panas Konduksi		2508,9656
Panas sensibel flue gas kering		889,5109
panas sensibel air keluar udara panas		241,0859
Q loss		15,0615
Total	6556,7361	2902,1123

Tabel 24 Neraca panas ruang pengering temperatur 50°C waktu 3 jam

Komponen	Input (kj)	Output (kj)
Panas konduksi	2508,9656	
udara panas	15,0615	
panas laten air		1106,52588
panas sensibel chip		27,4275
heat loss		1390,0737
Total	2524,0271	2524,027

Tabel 25 Neraca panas ruang bakar temperatur 50°C waktu 3,5 jam

Komponen	Input (kj)	Output (kj)
Panas pembakaran LPG	7025,0743	
Panas Konduksi		2508,9656
Panas sensibel flue gas kering		953,0468
panas sensibel air keluar		229,2806
udara panas		16,1376
Q loss		3317,6437
Total	7025,0743	7025,0743

Tabel 26 Neraca panas ruang pengering temperatur 50°C waktu 3,5 jam

Komponen	Input (kj)	Output (kj)
Panas konduksi	2508,9656	
udara panas	16,1376	
panas laten air		1179,4365
panas sensibel chip		27,4275
heat loss		1345,1717
Total	2525,1032	2552,036

Tabel 27 Neraca panas ruang bakar temperatur 50°C waktu 4 jam

Komponen	Input (kj)	Output (kj)
Panas pembakaran LPG	7025,0743	
Panas Konduksi		2508,9656
Panas sensibel flue gas kering		953,0468
panas sensibel air keluar		229,2806
udara panas		16,1376
Q loss		3317,6437
Total	7025,0743	7025,0743

Tabel 28 Neraca panas ruang pengering temperatur 50°C waktu 4 jam

Komponen	Input (kj)	Output (kj)
Panas konduksi	2508,9656	
udara panas	16,1376	
panas laten air		1262,35446
panas sensibel chip		27,4275
heat loss		1262,2189
Total	2525,1032	2552,001

Tabel 29 Neraca panas ruang bakar temperatur 60°C waktu 2 jam

Komponen	Input (kj)	Output (kj)
----------	------------	-------------

Panas pembakaran LPG	11708,4572	
Panas Konduksi		2508,9656
Panas sensibel flue gas kering		1656,4178
panas sensibel air keluar udara panas		362,5020
Q loss		26,8960
		7153,6759
Total	11708,4572	11708,4572

Tabel 30 Neraca panas ruang pengering temperatur 60°C waktu 2 jam

Komponen	Input (kj)	Output (kj)
Panas konduksi	2508,9656	
udara panas	26,8960	
panas laten air		1026,490987
panas sensibel chip		27,4275
heat loss		1508,9398
Total	2535,8616	2562,858

Tabel 31 Neraca panas ruang bakar temperatur 60°C waktu 2,5 jam

Komponen	Input (kj)	Output (kj)
Panas pembakaran LPG	12645,1337	
Panas Konduksi		2508,9656
Panas sensibel flue gas kering		1788,9320
panas sensibel air keluar		391,5022
udara panas		29,0470
Q loss		7926,6870
Total	12645,1337	12645,1337

Tabel 32 Neraca panas ruang pengering temperatur 60°C waktu 2,5 jam

Komponen	Input (kj)	Output (kj)
Panas konduksi	2508,9656	
udara panas	26,8960	
panas laten air		1026,490987
panas sensibel chip		27,4275
heat loss		1508,9398
Total	2535,8616	2562,858

Tabel 33 Neraca panas ruang bakar temperatur 60°C waktu 3 jam

Komponen	Input (kj)	Output (kj)
Panas pembakaran LPG	14050,1488	
Panas Konduksi		2508,9656

Panas sensibel flue gas kering	1987,7020	
panas sensibel air keluar	435,0018	
udara panas	32,2752	
Q loss	9086,2042	
Total	14050,1488	14050,1488

Tabel 34 Neraca panas ruang pengering temperatur 60°C waktu 3 jam

Komponen	Input (kj)	Output (kj)
Panas konduksi	2508,9656	
udara panas	32,2752	
panas laten air		1209,196423
panas sensibel chip		27,4275
heat loss		1331,5369
Total	2541,2408	2568,161

Tabel 35 Neraca panas ruang bakar temperatur 60°C waktu 3,5 jam

Komponen	Input (kj)	Output (kj)
Panas pembakaran LPG	14986,8253	
Panas Konduksi		2508,9656
Panas sensibel flue gas kering		2120,2147
panas sensibel air keluar		464,0020
udara panas		34,4262
Q loss		9859,2168
Total	14986,8253	14986,8253

Tabel 36 Neraca panas ruang pengering temperatur 60°C waktu 3,5 jam

Komponen	Input (kj)	Output (kj)
Panas konduksi	2508,9656	
udara panas	34,4262	
panas laten air		1297,761382
panas sensibel chip		27,4275
heat loss		1245,0857
Total	2543,3917	2570,275

Tabel 37 Neraca panas ruang bakar temperatur 60°C waktu 4 jam

Komponen	Input (kj)	Output (kj)
Panas pembakaran LPG	17328,5167	
Panas Konduksi		2508,9656
Panas sensibel flue gas kering		2451,4989
panas sensibel air keluar		536,5019

udara panas		39,8054
Q loss		11791,7450
Total	17328,5167	17328,5167

Tabel 37 Neraca panas ruang pengering temperatur 60°C waktu 4 jam

Komponen	Input (kj)	Output (kj)
Panas konduksi	2508,9656	
udara panas	39,8054	
panas laten air		1348,179314
panas sensibel chip		27,4275
heat loss		1200,5916
Total	2548,7709	2576,198

#### 4. Perhitungan Laju Pengeringan

$$R_c = - \frac{M_s}{A} \left( \frac{dX}{dt} \right) \quad (\text{sumber: Mc. Cabe})$$

Untuk temperatur 50°C dengan variasi waktu pengeringan 2 jam

Diketahui:

Massa bahan = 750 gram

Massa bahan kering tulang = 199,65 gr

Luas permukaan = 0,1764 m<sup>2</sup>

X\* = 0,024

t = 2 jam

$X_T = \frac{\text{Massa Bahan} - \text{massa bahan kering tulang}}{\text{massa bahan kering tulang}}$   
 $= \frac{750 \text{ gr} - 199,65 \text{ gr}}{199,65 \text{ gr}}$

= 2,76

X = X<sub>T</sub> - X\*

= 2,76 - 0,024

= 2,73

$R_c = - \frac{M_s}{A} \left( \frac{dX}{dt} \right)$   
 $= - \frac{750}{0,1764} \left( \frac{0 - 2,73}{2 - 0} \right)$   
 $= 5,809 \frac{\text{kg}}{\text{jam.m}^2}$

Dengan cara yang sama dilakukan perhitungan laju pengeringan pada temperatur 50°C variasi waktu pengeringan 2,5 jam, 3 jam, 3,5 jam, dan 4 jam dan temperatur 60°C variasi waktu pengeringan 2 jam, 2,5 jam, 3 jam, 3,5 jam, dan 4 jam hasilnya ditabulasikan pada tabel.



Temperatur (°C)	Waktu Pengeringan (Jam)	Laju Pengeringan ( $\frac{kg}{jam.m^2}$ )
50	2,5	0,778
	3,0	0,576
	3,5	0,308
	4,0	0,084
60	2,0	5,809
	2,5	0,652
	3,0	0,270
	3,5	0,005
	4,0	-0,108

### 5. Perhitungan *Specific Energy Consumed*

$$SEC = \frac{\text{kalor yang dibutuhkan}}{\text{massa H}_2\text{O yang diuapkan}}$$

Untuk temperatur 50°C dengan waktu pengeringan 2 jam

Diketahui:

$$\text{HHV Propana} = 45,4 \frac{kJ}{gr}$$

$$\text{HHV Butana} = 47,3 \frac{kJ}{gr}$$

$$\text{Massa Propana} = 34,3494 \text{ gram}$$

$$\text{Massa Butana} = 105,6506 \text{ gram}$$

$$\text{Massa Bahan Basah} = 750 \text{ gram}$$

$$\text{Massa Bahan Kering} = 372 \text{ gram}$$

$$\text{Berat air yang menguap} = 750 \text{ gr} - 372 \text{ gr} = 378 \text{ gr} = 0,378 \text{ kg}$$

$$Q = (\text{Massa Propana} \times \text{HHV Propana}) + (\text{Massa Butana} \times \text{HHV Butana})$$

$$= (34,3494 \text{ gram} \times 45,4 \frac{kJ}{gr}) + (105,6506 \text{ gram} \times 47,3 \frac{kJ}{gr})$$

$$= 6556,736 \text{ kJ}$$

$$SEC = \frac{6556,736 \text{ kJ}}{0,378 \text{ kg}}$$

$$= 16106,87 \text{ kJ/kg}$$

Dengan cara yang sama dilakukan perhitungan *specific energy consumed* pada temperatur 50°C variasi waktu pengeringan 2,5 jam, 3 jam, 3,5 jam, dan 4 jam dan temperatur 60°C variasi waktu pengeringan 2 jam, 2,5 jam, 3 jam, 3,5 jam, dan 4 jam hasilnya ditabulasikan pada tabel.

Temperatur (°C)	Waktu Pengeringan	Elpiji yang digunakan	Berat air yang dilepaskan	SEC
50	2,0	6088,40	0,378	16106,87
	2,5	6556,74	0,45428	14433,25
	3,0	6556,74	0,4644	14118,73
	3,5	7025,07	0,495	14192,07
	4,0	7025,07	0,5298	13259,86
60	2,0	11708,46	0,431	27177,77
	2,5	12645,13	0,469	26963,06
	3,0	14050,15	0,507	27685,57
	3,5	14986,83	0,545	27515,93
	4,0	17328,52	0,566	30625,49

#### 6. Perhitungan Efisiensi Alat

$$\text{Efisiensi} = \frac{\text{Kalor yang dimanfaatkan}}{\text{kalor input}} \times 100\%$$

$$= \frac{1808,967}{2870,72} \times 100\%$$

$$= 63,01\%$$

**LAMPIRAN III**  
**DOKUMENTASI PENELITIAN**

### **LAMPIRAN III**

#### **DOKUMENTASI PENELITIAN**

##### **1. Gambar Alat Pengering**



Gambar 8 Alat Pengering Tipe Baki dengan pemanas kompor LPG dan Kolektor Termal (Tampak Depan)



Gambar 9 Alat Pengering Tipe Baki dengan pemanas kompor LPG dan Kolektor Termal (Tampak Samping Kiri)



Gambar 10 Alat Pengering Tipe Baki dengan pemanas kompor LPG dan Kolektor Termal (Tampak Samping Kanan)

## 2. Proses Penelitian



Gambar 11 Preparasi Sampel



Gambar 12 Menyusun Chip Ubi Jalar Kuning pada Baki untuk Proses Pengeringan



Gambar 13 Melakukan proses penimbangan Chip Ubi Jalar Kuning sebelum dikeringkan



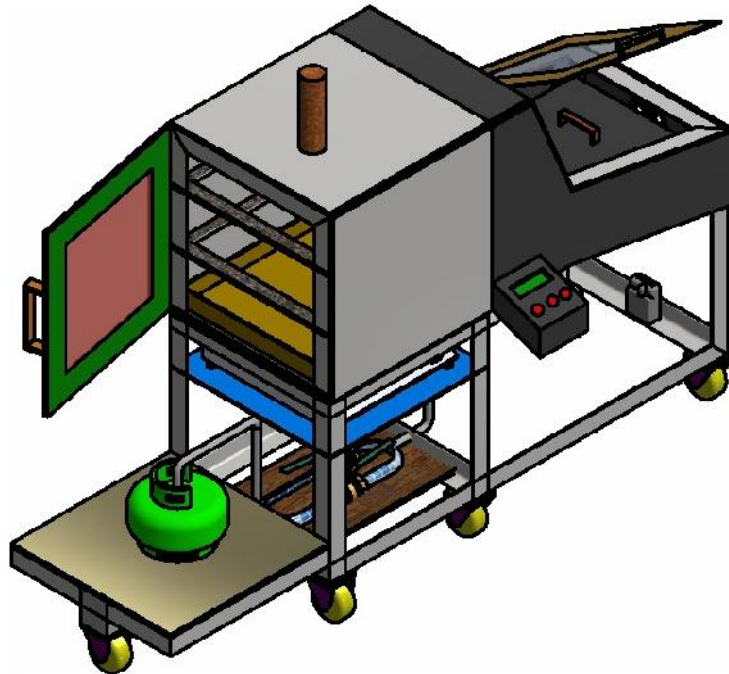


Gambar 14 Meletakkan baki yang telah berisi chip ubi jalar kuning untuk dilakukan proses pengeringan

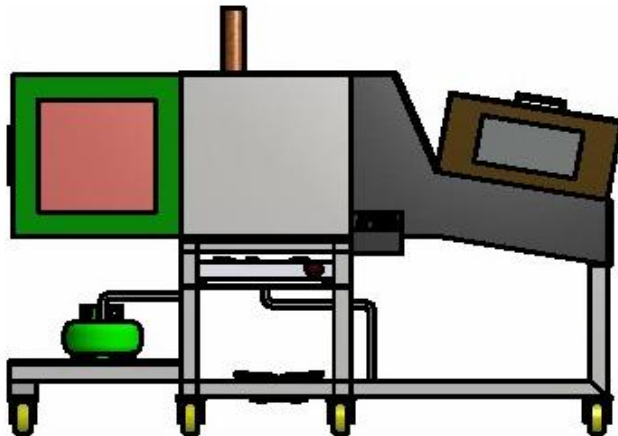


Gambar 15 Produk Chip Ubi Jalar Kuning yang telah dikeringkan

## PERMODELAN ALAT PENGERING

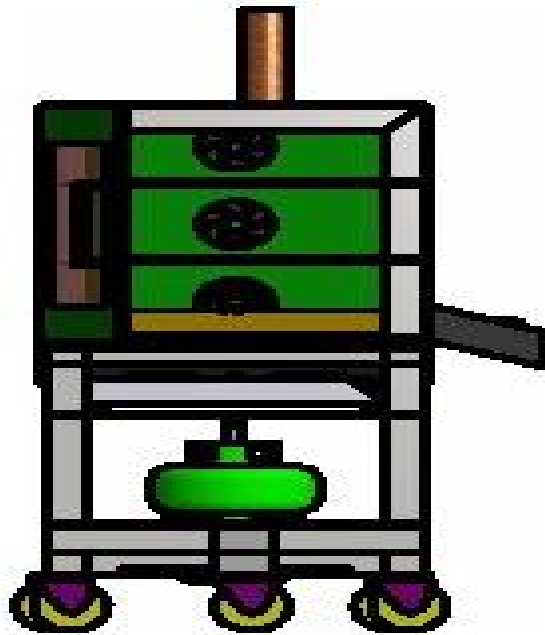


Gambar 44 Permodelan Alat Pengering 3 dimensi

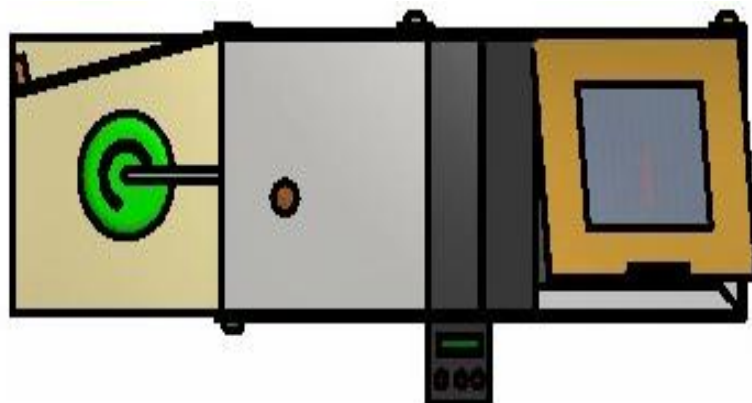


Gambar 45 Permodelan Alat Pengering Tampak Depan





Gambar 46 Permodelan Alat Pengering Tampak Samping



Gambar 47 Permodelan Alat Pengering Tampak Atas